

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-028997

(43)Date of publication of application : 04.02.1994

(51)Int.Cl.

H01J 43/04

(21)Application number : 04-182360

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 09.07.1992

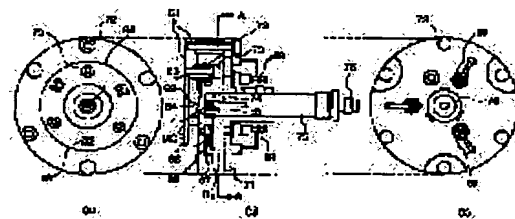
(72)Inventor : SUYAMA MOTOHIRO  
SUZUKI KOJI

## (54) VACUUM DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To restrain waveform distortion or ringing.

CONSTITUTION: This vacuum device is provided with a vacuum vessel; an electron source such as a photoelectric surface provided in the inside of the vacuum vessel; an anode electrode 4, provided in the inside of the vacuum vessel and make positive electric potential compared with the power source; and a signal draw-out electrode 65, provided so as to near and face the opposite surface to the electron incident surface of the anode electrode and insulated from the anode electrode. Since the signal draw-out electrode is faced to the back surface of the anode electrode to compose a connecting capacitor C, connection with a signal wire can be made at the shortest distance. Also providing an electron multiplication part makes high sensitivity, and interposing an insulating body 64 makes the connecting capacitor C have large capacity. Moreover, supplying a bias to the anode electrode by a thin film resistor makes compactness.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.09.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	2651319
[Date of registration]	16.05.1997
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Vacuum devices characterized by having a vacuum housing, the electron source prepared in the interior of this vacuum housing, the anode electrode which was prepared in the interior of said vacuum housing, and was made into forward potential compared with said electron source, and the signal fetch electrode which was prepared so that the opposite side of the electronic plane of incidence of this anode electrode might be approached and might be met, and was insulated with the anode electrode concerned.

[Claim 2] Said electron sources are vacuum devices according to claim 1 which are the electron emission sides which answer the incidence of an energy line and emit an electron.

[Claim 3] Vacuum devices according to claim 1 further equipped with an electronic multiplication means to carry out multiplication of the incidence electron and to emit it between said electron sources and said anode electrodes.

[Claim 4] Vacuum devices according to claim 1 with which the insulating member intervenes between said anode electrode and said signal fetch electrode.

[Claim 5] Vacuum devices according to claim 1 with which supply of the forward bias voltage to said anode electrode is made through the thin film resistor.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to vacuum devices like the photomultiplier tube.

[0002]

[Description of the Prior Art] The photomultiplier tube is the photosensor which detects feeble light, and, generally the thing of a cathode (photoelectric surface) touch-down mold is constituted like drawing 11. Here, this drawing (a) is a circuit diagram and this drawing (b) is a sectional view. 31-3n of dynodes for [ the photoelectric surface 2 is formed in the face plate inside of a vacuum housing 1 as illustration, and ] multistage electronic multiplication in the interior It is prepared. And the anode electrode 4 by which positive bias was carried out compared with the photoelectric surface 2 is formed in the interior of a vacuum housing 1.

[0003] Here, the anode electrode 4 is connected to amplifier 5 through the capacitor C for association, and only the signal component of an alternating current is outputted. Such a configuration is shown in JP,61-161643,A.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the other end of the capacitor C for association will be connected to a coaxial cable etc. and a signal will be outputted outside with equipment such conventionally, now, drawer wiring for a signal output becomes long. That is, wiring to the cable connected to the other end of the capacitor C for association from the anode electrode 4 became long, and when obtaining the output from which it changes to a high speed, there were problems, like waveform distortion and a ringing arise.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention was made that these technical problems should be solved, and is equipped with a vacuum housing, the electron source (for example, electron emission side) prepared in the interior of this vacuum housing, the anode electrode which was prepared in the interior of a vacuum housing and made into forward potential compared with the electron source, and the signal fetch electrode which was prepared so that the opposite side of the electronic plane of incidence of this anode electrode might be approached and might be met, and was insulated with the anode electrode concerned.

[0006] You may make it establish an electronic multiplication means to carry out multiplication of the incidence electron and to emit it between an electron source and an anode electrode, and an insulating member may be made to intervene between an anode electrode and a signal fetch electrode here. Moreover, it is also desirable to carry out to make supply of the forward bias voltage to an anode electrode through a thin film resistor.

[0007]

[Function] According to the configuration of this invention, since the capacitor C for association was directly constituted at the rear face of an anode electrode, association to a signal line can be performed by the maximum point-blank range. Moreover, if-izing can be carried out [ high sensitivity ] and an insulator is made to intervene when an electron multiplier is prepared,-izing of the capacitor C for association can be carried out [ large capacity ]. Furthermore, miniaturization will become possible if bias is supplied to an anode electrode by the thin film resistor.

[0008]

[Example] Hereafter, some examples of this invention are explained with reference to a drawing.

[0009] Drawing 1 is the side elevation (this drawing (b)), plan (this drawing (c)), and A-A line sectional view (this drawing (a)) showing the configuration of the ultra high-speed electronic detector concerning an example, and drawing 2 is the conceptual diagram. The mesh electrode 62 is formed in the center section of the cylindrical shape-like flange 61 by the product made from stainless steel, and the micro channel plate (MCP) is mounted through the spacer 63 made from Teflon on this. In the both ends of MCP, they are MCPin and MCPout. Two electrodes are connected.

[0010] The anode electrode 4 meets the mesh electrode 62, and is prepared, an insulator 64 and the signal fetch electrode 65 are formed in the tooth back, and, thereby, the capacitor C for association is formed. The electrodes 66

and 67 and insulator 68 made from SUS are the capacitor CG for GND lines. It constitutes and the anode electrode 4 is the signal block resistance RB. It minds and connects with the +HV terminal 69.

[0011] The these cylinder-like structure is attached to one with bolts 72 and 73. And the coaxial cable 75 is set up by the center section through the spacer 74 made from Teflon, and the SMA connector 76 is mounted at the tip of this coaxial cable 75. In addition, spacing is about 1mm between MCP and the anode electrode 4 between the mesh electrode 62 and MCP, respectively. Furthermore, although the electrical-potential-difference impression to each electrode is made by distribution resistance, +3kV is impressed to the anode electrode 4.

[0012] Since an insulator 64 and the signal fetch electrode 65 are arranged in the tooth back of the anode electrode 4 and the capacitor C for association consists of examples of drawing 1 and drawing 2, a signal leader line can be shortened to a limit, therefore a high-speed output signal can be taken out without waveform distortion or linking. If the piezoelectric ceramics (for example, the product made from NTK, MT-111H, specific inductive capacity = 2400) of 4x4x2 (mm) size are used as an insulator 64, capacitor C=170PF for association will be obtained and it will become enough for the output of a high speed signal. Moreover, if there is thickness of an insulator 64 no less than 2mm, since the withstand voltage of 3kV can be checked experimentally, especially the high-voltage impression to the anode electrode 4 is also convenient.

[0013] The signal output from such ultra high-speed electronic detection equipment is carried out like drawing 2, and is performed. That is, the signal line from the SMA connector 76 is led to the exterior of a vacuum housing 78 through the penetration connector 77, and is connected to AMP81. And the output of AMP81 is shaped in waveform in CFD(Constant Fraction Discriminator) 82, and is inputted into the STOP terminal of TAC (Time-Amplitude Converter)83. In addition, the synchronizing signal (Trig) of an electron source 84 is inputted into the START terminal of TAC83. The output signal of TAC83 is recorded by MCA (Multi-Channel Analyzer)85. By the configuration of such a signal processor, since 30ps extent is generally expectable as time resolution, it becomes important to output a high-speed output signal without waveform distortion from the electronic detection equipment of drawing 1.

[0014] By taking the configuration of this invention explains in more detail how the sex corresponding to a high speed improves with reference to drawing 3.

[0015] Although a high-speed electrical signal will be transmitted without distortion if it is among the signal-line way by which impedance matching was carried out, on the other track, distortion occurs for reflection. Therefore, in order to avoid this distortion, it is necessary to shorten the section L by which impedance matching is not carried out as much as possible. The die length L1 of the minimum impedance mismatch section which it is allowed to transmit a signal without distortion It is expressed with the wavelength of the signal of  $L1 < c / 8 f = \lambda / 8$ , however the frequency  $\lambda$ :above-mentioned frequency of a c:velocity-of-light f:signal depending on the frequency f of the signal to deal with (or wavelength). The signal bands dealt with in order that the anode of this invention may detect the timing in which the signal carried out incidence with the resolution of a maximum of 30 ps extent are 12GHZ(s). It becomes. Therefore, it is set to  $L1 = 3.1\text{mm}$  from a front type.

[0016] The case of the conventional example is shown in drawing 3 (a). It is wiring which connects a coaxial cable to an anode electrode, a coupling capacitor, and a coupling capacitor since it is a capacitor for high voltages, and those with about 6mm and the lead wire to each electrode also have each 3mm of thickness of a coupling capacitor own [ this ] by the shortest, although a small thing has DE0707 (proof pressure of 3.15kV) made from MURATA. (die length l1 and l2) However it may wire short, the section L by which impedance matching is not carried out is set to 12mm or more. It carries out and, now, backlash is 3GHZ(s). The above signal will be distorted. In fact, since it is the suspension inductance which own lead wire of a coupling capacitor has, the signal band which can be dealt with falls further. That is, when applying to drawing 1 and the 1st example of 2, +3kV is impressed to an anode electrode, and since the capacitor such whose pressure-proofing is 3kV becomes the above magnitude, a small thing cannot be used.

[0017] The case of this invention is shown in drawing 3 (b). Since the anode electrode and the signal fetch electrode have met through a dielectric, the signal of an anode electrode is transmitted to a signal fetch electrode without distortion by capacitor coupling. It is connected with point-blank range l' to the coaxial cable by which impedance matching was carried out from the signal fetch electrode. Here, it is l1. Since it is possible to make it less than 3mm, at this invention, they are 12GHZ(s). A signal can be dealt with.

[0018] As mentioned above, 10GHZ In order to take out the signal of the high speed of extent without distortion, it is necessary to set impedance mismatch distance L to 3mm or less, and although this was impossible, in the conventional example, it is solvable with this invention. In addition, it becomes possible to use an anode and a signal-line way part as a compact. Moreover, the process which wires a capacitor can also be abolished and a man day can be reduced.

[0019] About the connection structure of the anode electrode 4 and the capacitor C for association in this invention, a mode like drawing 4 - drawing 6 is employable. First, drawing 4 is the example which made the insulator 64 large-sized compared with the anode electrode 4 and the signal fetch electrode 65, and made the exposed part of an

insulator 64 the split face 650 further. According to this example, that creeping distance is enlarged by having made the insulator 64 large-sized, and pressure-proofing between the anode electrode 4 and the signal fetch electrode 65 can be raised. Moreover, withstand voltage improves further by having made it the split face 650.

[0020] Drawing 5 is the example which coated the signal fetch electrode 65 with the insulator layer 650, and pressure-proofing improves even in this case. Here, if a covar metal (KOV) is used for the anode electrode 4 and the signal fetch electrode 65, since covar glass can be used as an insulator 64 and an insulator layer 650, it is suitable for applying this example to the thermionic tube.

[0021] The tooth back of the anode electrode 4 is made into the shape of a ctenidium, an opposed face with the anode electrode 4 of the signal fetch electrode 65 is also made into the shape of a ctenidium, these ctenidia are arranged to misplacement, and the insulator 64 is made to intervene in between in drawing 6. If it does in this way, capacity of the capacitor C for association can be enlarged like the case of a laminating form ceramics capacitor.

[0022] Drawing 7 is the front view and sectional view of an example which were used as the multi-anode mold. In the MCP side of the tabular insulator 64 of one sheet, they are five anode electrodes 41-45. In the location where it is formed by the vacuum plating of aluminium etc., and an opposite side corresponds, they are five signal fetch electrodes 651-655. It is formed. And signal fetch electrode 651-655 It is a coaxial cable 751-755, respectively. It connects.

[0023] The signal block resistance RB1-RB5 is constituted from vapor-depositing the high resistance (for example, tungsten) film to an insulator 64 by this example. Moreover, in order to make the same the value of each resistance RB1-RB5, it is the central anode electrode 41. Only the corresponding signal block resistance RB1 is formed using the broad vacuum evaporation mask. In addition, resistance RB An ingredient can use Nichrome, carbon, etc. Also by this example, it is each anode electrode 41-45. A high speed signal can be outputted without waveform distortion. It is also the same as when the anode electrode 4 is made into six or more pieces or 2-4 pieces, and this effectiveness is the signal block resistance RB at compact structure by formation of the high resistance film. It is realizable.

[0024] Drawing 8 is the block diagram of the example applied to the photomultiplier tube for radiation detection. The glass light-receiving face-plate 87 is mounted on the input screen side of the bulb 85 made from the ceramics through the cathode terminal assembly 86, the tabular insulator 64 is mounted on an output screen side through the anode terminal assembly 88, and MCP is contained inside. The photoelectric surface 91 which is an electron source is formed in the inside of the light-receiving face-plate 87, and, outside, the scintillator 92 which emits light by the gamma (gamma) line is mounted.

[0025] Signal block resistance RB which the anode electrode 4 was formed in the inside of an insulator 64, and vapor-deposited and formed the high resistor in the inside of an insulator 64 It connects with the anode terminal assembly 88. The signal fetch electrode 65 is formed in the external surface of an insulator 64, and this is connected to the coaxial cable 75. For this reason, since the anode electrode 4 and the capacitor C for association are really formed, the waveform distortion of the high speed signal by the drawer signal line can be lost.

[0026] In this configuration, if incidence of the gamma ray is carried out to a scintillator 92, light will be emitted, and a photoelectron is emitted by this from the photoelectric surface 91. Multiplication of this is carried out by MCP, and incidence is carried out to the anode electrode 4, and it is detected. For this reason, it is suitable for scintillation counting which uses the photoelectric surface 91 with touch-down potential.

[0027] Drawing 9 is drawing of longitudinal section of the example concerning a high-speed mold anode. The signal-transmission means of a coaxial type is constituted by the metal rod 93, and the inside metallic pipe 94 and the outside metallic pipe 95 surrounding this. The capacitor C for association which is the description of this invention is constituted by the point of the metal rod 93 acting as a signal fetch electrode 65, and carrying out the laminating of an insulator 64 and the anode electrode 4 to this front face.

[0028] In the front face of the anode electrode 4, the mesh electrode 62, MCP, and the light-receiving face-plate 87 are arranged in order, and the photoelectric surface 91 is formed in the inside of the light-receiving face-plate 87. And the bias voltage by which resistance division was carried out is impressed to these. In addition, with the glass ring 96, it was fixed to the metal rod 93 and the electrode line to the anode electrode 4 has penetrated the tip of the inside metallic pipe 94 through the glass member 97 formed inside metallic-pipe 94. Moreover, the end face of the outside metallic pipe 95 is fixed to the glass bulb 99 through the metal disk 98, it is fixed to the metal rod 93 near the tip of the outside metallic pipe 95 with the insulating support plate 100, and the connector 101 is further formed in the point.

[0029] In this example, if a covar metal is used for the anode electrode 4, the metal rod 93, and inside metallic-pipe 94 grade and covar glass is used for glass bulb 99 grade, it will unify easily and will be made to thermionic-tube structure. And since the capacitor C for association is formed between the anode electrode 4 and the metal rod 93, it can shorten a signal leader to a limit, therefore can output a high speed signal without waveform distortion.

Furthermore, since the mesh electrode 62 is used, improvement in the speed becomes possible more.

[0030] Drawing 10 shows the example which constituted the track for signal ejection from a microstrip line, and

this drawing (a) is a front view of a plate with which drawing of longitudinal section and this drawing (b) formed the anode electrode 4. The insulating disk 105 is arranged at MCP and parallel, the touch-down electric conduction film 106 is formed in the whole surface, and the signal fetch electrode 65 connected to a microstrip line 107 and this is formed in the opposite side. An insulator 64 is mounted on the top face of the signal fetch electrode 65, and the capacitor C for association consists of that the anode electrode 4 is formed on it. The bias voltage to the anode electrode 4 is the signal block resistance RB. It minds, and it is supplied and the microstrip line 107 is connected to the SMA connector 76.

[0031] In this example, a through tube 108 is formed in the center section of MCP and the insulating disk 105, and the insulator 64 grade, and the source 109 of a beam and the sample 110 are formed in the location which can be mutually overlooked through a through tube 108. Moreover, the focusing electrode 111 is arranged around the path from the source 109 of a beam to a sample 110.

[0032] According to such a configuration, if a charged particle is emitted from the source 109 of a beam, it will collide with a sample 110 and a secondary charged particle will be emitted by this. Multiplication of this is carried out by MCP, and it carries out incidence to the anode electrode 4. Here, since the capacitor C for association is the anode electrode 4 and really formed, even if it is a high speed signal, it is detectable without distortion. Moreover, since the signal output path from the capacitor C for association is a microstrip line 107, structure can be miniaturized.

[0033]

[Effect of the Invention] According to the vacuum devices of this invention the above passage, since the capacitor C for association was constituted at the rear face of an anode electrode, association to a signal line can be performed by the maximum point-blank range. For this reason, there is effectiveness which can output a high speed signal, without being accompanied by the ringing or waveform distortion. Moreover, if-izing can be carried out [ high sensitivity ] and an insulator is made to intervene when an electron multiplier is prepared,-izing of the capacitor C for association can be carried out [ large capacity ]. Furthermore, miniaturization will become possible if bias is supplied to an anode electrode by the thin film resistor.

---

[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

特開平6-28997

(43)公開日 平成6年(1994)2月4日

### 技術表示箇所

4230-5E

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 8 頁)

静岡県浜松市市野町1126番地の1

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

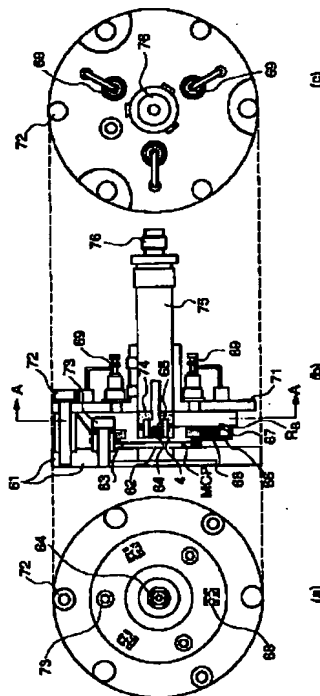
(74)代理人 弁護士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 真空装置

(57) 【要約】

【目的】 波形歪やリングングを押さえる。

【構成】 真空容器と、この真空容器の内部に設けられた光電面などの電子源と、真空容器の内部に設けられ電源に比べて正電位とされたアノード電極（４）と、このアノード電極の電子入射面と反体面に近接して対面するように設けられ当該アノード電極と絶縁された信号取出電極（６５）とを備える。アノード電極の裏面に信号取出電極を対向させて結合用コンデンサＣを構成したので、信号線への結合を最至近距離で行ない得る。また、電子増倍部を設けると高感度化でき、絶縁体（１６４）を介在させれば結合用コンデンサＣを大容量化できる。更に、薄膜抵抗でバイアスをアノード電極に供給すればコンパクト化が可能になる。





1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器と、この真空容器の内部に設けられた電子源と、前記真空容器の内部に設けられ前記電子源に比べて正電位とされたアノード電極と、このアノード電極の電子入射面の反対面に近接して対面するように設けられ当該アノード電極と絶縁された信号取出電極とを備えることを特徴とする真空装置。

【請求項2】 前記電子源はエネルギー線の入射に応答して電子を放出する電子放射面である請求項1記載の真空装置。

【請求項3】 前記電子源と前記アノード電極の間に、入射電子を増倍して放出する電子増倍手段を更に備える請求項1記載の真空装置。

【請求項4】 前記アノード電極と前記信号取出電極の間に絶縁性の部材が介在されている請求項1記載の真空装置。

【請求項5】 前記アノード電極への正のバイアス電圧の供給が薄膜抵抗を介してなされている請求項1記載の真空装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光電子増倍管のような真空装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光電子増倍管は極微弱光を検出する光センサーで、陰極（光電面）接地型のものは一般に図11のように構成される。ここで、同図（a）は回路図、同図（b）は断面図である。図示の通り、真空容器1のフェースプレート内面には光電面2が形成され、内部には多段の電子増倍用のダイノード3<sub>1</sub>～3<sub>n</sub>が設けられる。そして、真空容器1の内部には光電面2に比べて正バイアスされたアノード電極4が設けられている。

【0003】 ここで、アノード電極4は結合用コンデンサCを介してアンプ5に接続されており、交流の信号成分のみが出力される。このような構成は、例えば特開昭61-161643号に示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような従来装置では結合用コンデンサCの他端を同軸ケーブルなどに接続し、信号を外部に出力することになるが、これでは信号出力用の引き出し配線が長くなる。すなわち、アノード電極4から結合用コンデンサCの他端に接続されたケーブルまでの配線が長くなり、高速に変化する出力を得るときには、波形歪やリンギングが生じる等の問題があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、これらの課題を解決すべくなされたもので、真空容器と、この真空容器の内部に設けられた電子源（例えば電子放射面）と、真空容器の内部に設けられ電子源に比べて正電位とされ

2

たアノード電極と、このアノード電極の電子入射面の反対面に近接して対面するように設けられ当該アノード電極と絶縁された信号取出電極とを備える。

【0006】 ここで、電子源とアノード電極の間に、入射電子を増倍して放出する電子増倍手段を設けるようにしてもよく、アノード電極と信号取出電極の間に絶縁性の部材を介在するようにしてもよい。また、アノード電極への正のバイアス電圧の供給が薄膜抵抗を介してなされようにすることも望ましい。

10 【0007】

【作用】 本発明の構成によれば、アノード電極の裏面に直接に結合用コンデンサCを構成したので、信号線への結合を最至近距離で行ない得る。また、電子増倍部を設けると高感度化でき、絶縁体を介在させれば結合用コンデンサCを大容量化できる。更に、薄膜抵抗でバイアスをアノード電極に供給すればコンパクト化が可能になる。

【0008】

【実施例】 以下、図面を参照して本発明のいくつかの実施例を説明する。

【0009】 図1は、実施例に係る超高速電子検出器の構成を示す側面図（同図（b））、上面図（同図（c））およびA-A線断面図（同図（a））であり、図2はその概念図である。ステンレス製で円筒形状のフランジ61の中央部にはメッシュ電極62が設けられ、この上にはテフロン製のスペーサ63を介してマイクロチャンネルプレート（MCP）がマウントされている。MCPの両端にはMCP<sub>1</sub>、MCP<sub>2</sub>の2つの電極が接続される。

【0010】 アノード電極4はメッシュ電極62に対面して設けられ、その背面には絶縁体64および信号取出電極65が設けられ、これにより結合用コンデンサCが形成されている。SUS製の電極66、67および絶縁体68はGND線用コンデンサC<sub>0</sub>を構成しており、アノード電極4は信号ブロック抵抗R<sub>0</sub>を介して+HV端子69に接続されている。

【0011】 これら円筒状の構造体は、ボルト72、73により一体に組み付けられている。そして、中央部にはテフロン製のスペーサ74を介して同軸ケーブル75が立設されており、この同軸ケーブル75の先端にはSMAコネクタ76がマウントされている。なお、メッシュ電極62とMCPの間、MCPとアノード電極4の間は、間隔がそれぞれ1mm程度である。更に、それぞれの電極への電圧印加は、分配抵抗によってなされるが、アノード電極4へは+3kVが印加される。

【0012】 図1、図2の実施例では、アノード電極4の背面に絶縁体64および信号取出電極65が配設されて結合用コンデンサCが構成されるので、信号引出線を極限まで短くすることができ、したがって高速の出力信号を波形歪やリンギングなしに取り出すことができる。

3

絶縁体64として $4 \times 4 \times 2$  (mm) サイズの圧電磁器 (例えばNTK社製、MT-111H、比誘電率=2400) を用いると、結合用コンデンサ $C=170$  pFが得られ、高速信号の出力に十分となる。また、絶縁体64の厚さが2mmもあれば、実験的には3kVの絶縁耐圧が確認できるので、アノード電極4への高電圧印加も特に支障がない。

【0013】このような超高速電子検出装置からの信号出力は、図2のようにして行う。すなわち、SMAコネクタ76からの信号線は貫通コネクタ77を介して真空容器78の外部に導かれ、AMP81に接続される。そして、AMP81の出力はCFD (Constant Fraction Discriminator) 82において波形整形され、TAC (Time-Amplitude Converter) 83のSTOP端子に入力される。なお、TAC83のSTART端子には電子源84の同期信号 (Trig) が入力されている。TAC83の出力信号はMCA (Multi-Channel Analyzer) 85で記録される。このような信号処理装置の構成により、一般的に時間分解能として30ps程度が期待できるので、高速の出力信号を図1の電子検出装置から波形歪なしに出力することが重要となる。

【0014】本発明の構成をとることにより、いかに高速対応性が向上されるかを、図3を参照して更に詳しく説明する。

【0015】高速の電気信号は、インピーダンス整合された信号線路中であれば歪なく伝送するが、それ以外の線路では反射のため歪が発生する。したがって、この歪を避けるためには、インピーダンス整合されていない区間 $L_1$ を極力短くする必要がある。信号を歪なく伝送するのに許される最小限のインピーダンス不整合区間の長さ $L_1$ は、取扱う信号の周波数 $f$  (または波長) に依存し、

$$L_1 < c / 8f = \lambda / 8$$

ただし、

$c$  : 光速

$f$  : 信号の周波数

$\lambda$  : 上記周波数の信号の波長

で表される。本発明のアノードは、信号の入射したタイミングを最高30ps程度の分解能で検出するため、取り扱う信号帯域は12GHzとなる。したがって、前式より $L_1 = 3.1$  mmとなる。

【0016】図3(a)に従来例の場合を示す。高電圧用コンデンサであって小型のものは、ムラタ (株) 製DE0707 (耐圧3.15kV) があるが、この結合コンデンサ自身の厚さが約6mmあり、各電極へのリード線も最短で各3mmあるので、アノード電極と結合コンデンサおよび、結合コンデンサと同軸ケーブルを結ぶ配線 (長さ $l_1$ ,  $l_2$ ) をどんなに短く配線しても、インピーダンス整合されていない区間 $L$ は12mm以上となる。したがって、これでは3GHz以上の信号は歪ん

4

でしまう。実際には、結合コンデンサ自身のリード線が持つ浮遊インダクタンスのため、取り扱える信号帯域は更に下がる。すなわち図1, 2の第1実施例に適用する場合、アノード電極へは+3kVが印加され、このような耐圧が3kVのコンデンサは上述のような大きさになるので小型のものは使えない。

【0017】図3(b)に本発明の場合を示す。アノード電極と信号取出電極は誘電体を介して対面しているので、アノード電極の信号は、コンデンサカップリングにより歪なく信号取出電極に伝送される。信号取出電極からインピーダンス整合された同軸ケーブルへは至近距離 $l_1$ で結ばれる。ここで、 $l_1$ は3mm以内にすることが可能なので、本発明では12GHzの信号を取扱うことができる。

【0018】以上のように、10GHz程度の高速の信号を歪なく取出すには、インピーダンス不整合距離 $L$ を3mm以下にする必要があり、従来例ではこれが不可能であったが、本発明により解決できる。加えて、アノード、信号線路部分をコンパクトにすることが可能になる。また、コンデンサに配線する工程も無くすることができ工数を低減できる。

【0019】本発明におけるアノード電極4と結合用コンデンサCの接続構造については、図4~図6のような態様を採用できる。まず、図4は絶縁体64をアノード電極4および信号取出電極65に比べ大型にし、更に絶縁体64の露出部分を粗面650にした例である。この例によれば、絶縁体64を大型にしたことでその沿面距離を大きくし、アノード電極4と信号取出電極65の間の耐圧を高め得る。また、粗面650にしたことで、絶縁耐圧は更に向上する。

【0020】図5は信号取出電極65を絶縁膜650でコーティングした例であり、この場合でも耐圧は向上する。ここで、アノード電極4および信号取出電極65にコパール金属 (KOV) を使用すると、絶縁体64および絶縁膜650としてコパールガラスを使用できるので、この実施例を真空管に応用するのに適している。

【0021】図6では、アノード電極4の背面を櫛歯状とし、信号取出電極65のアノード電極4との対向面も櫛歯状とし、これら櫛歯を入れ違いに配置して間に絶縁体64を介在させている。このようにすれば、積層形セラミクスコンデンサの場合と同様に、結合用コンデンサCの容量を大きくすることができる。

【0022】図7はマルチアノード型にした実施例の正面図および断面図である。1枚の板状の絶縁体64のMCP側には、5個のアノード電極 $4_1 \sim 4_5$ がアルミニウム蒸着などで形成され、反対面の対応する位置には5個の信号取出電極 $6_1 \sim 6_5$ が形成されている。そして信号取出電極 $6_1 \sim 6_5$ はそれぞれ同軸ケーブル $7_1 \sim 7_5$ に接続されている。

【0023】この実施例では、信号ブロック抵抗 $R_{s1} \sim$

5

$R_{31}$ は絶縁体64に高抵抗(例えばタングステン)膜を蒸着することで構成される。また、各々の抵抗 $R_{31} \sim R_{35}$ の値を同一とするため、中央のアノード電極41に対応する信号ブロック抵抗 $R_{31}$ のみ幅広の蒸着マスクを用いて形成されている。なお、抵抗 $R_{31}$ の材料はニクロム、カーボン等も用い得る。この実施例によっても、各々のアノード電極41~45への高速信号を、波形歪なしに出力できる。この効果は、アノード電極4を6個以上あるいは2~4個としたときも同様であり、高抵抗膜の形成により、コンパクトな構造で信号ブロック抵抗 $R_{31}$ が実現できる。

【0024】図8は放射線検出用の光電子増倍管に適用した例の構成図である。セラミックス製のバルブ85の入力面側にはカソード端子板86を介してガラス製の受光面板87がマウントされ、出力面側にはアノード端子板88を介して板状の絶縁体64がマウントされ、内部にはMCPが収納されている。受光面板87の内面には電子源である光電面91が形成され、外面にはガンマ( $\gamma$ )線により発光するシンチレータ92がマウントされている。

【0025】絶縁体64の内面にはアノード電極4が形成され、絶縁体64の内面に高抵抗体を蒸着して形成した信号ブロック抵抗 $R_{31}$ によりアノード端子板88と接続されている。絶縁体64の外面には信号取出電極65が形成され、これは同軸ケーブル75に接続されている。このため、アノード電極4と結合用コンデンサCが一体形成されるので、引き出し信号線による高速信号の波形歪をなくすることができる。

【0026】この構成において、シンチレータ92にガンマ線が入射されると発光し、これによって光電面91から光電子が放出される。これはMCPで増倍され、アノード電極4に入射されて検出される。このため、光電面91を接地電位で使用するシンチレーション・カウンティングに適している。

【0027】図9は高速型アノードに係る実施例の縦断面図である。同軸型の信号伝送手段は金属棒93と、これを囲む内側金属パイプ94および外側金属パイプ95により構成される。金属棒93の先端部は信号取出電極65として作用し、この前面に絶縁体64およびアノード電極4が積層されることにより、本発明の特徴である結合用コンデンサCが構成されている。

【0028】アノード電極4の前面にはメッシュ電極62、MCPおよび受光面板87が順に配置され、受光面板87の内面には光電面91が形成されている。そして、これらには抵抗分割されたバイアス電圧が印加されている。なお、内側金属パイプ94の先端はガラスリング96によって金属棒93に固定され、内側金属パイプ94形成したガラス部材97を介してアノード電極4への電極線が貫通されている。また、外側金属パイプ95の基端は金属円板98を介してガラスバルブ99に固定

6

され、外側金属パイプ95の先端近傍は絶縁性の支持板100で金属棒93に固定され、さらに先端部にはコネクタ101が設けられている。

【0029】この実施例では、アノード電極4、金属棒93、内側金属パイプ94等にコパール金属を用い、ガラスバルブ99等にコパールガラスを用いると、容易に一体化して真空管構造にできる。そして、結合用コンデンサCはアノード電極4と金属棒93の間で形成されるので、信号引出し線を極限まで短くでき、したがって高速信号を波形歪なく出力できる。さらに、メッシュ電極62を用いているので、より高速化が可能になる。

【0030】図10は信号取り出し用の線路をマイクロストリップ線路で構成した実施例を示し、同図(a)は縦断面図、同図(b)はアノード電極4を形成した板材の正面図である。MCPと平行に絶縁性円板105が配置され、その一面には接地導電膜106が形成され、反対面にはマイクロストリップ線路107およびこれに接続された信号取出電極65が形成されている。信号取出電極65の上面には絶縁体64がマウントされ、その上にアノード電極4が形成されることで結合用コンデンサCが構成されている。アノード電極4へのバイアス電圧は信号ブロック抵抗 $R_{31}$ を介して供給され、マイクロストリップ線路107はSMAコネクタ76に接続されている。

【0031】本実施例では、MCPおよび絶縁性円板105、絶縁体64等の中央部に貫通孔108が形成され、ビーム源109と試料110が貫通孔108を介して互いに臨みうる位置に設けられている。また、ビーム源109から試料110に至る経路の周囲には、集束電極111が配置されている。

【0032】このような構成によれば、ビーム源109から荷電粒子が放出されると試料110に衝突し、これによって二次荷電粒子が放出される。これはMCPで増倍され、アノード電極4に入射する。ここで、結合用コンデンサCはアノード電極4と一体形成されているので、高速信号であっても歪なく検出できる。また、結合用コンデンサCからの信号出力経路はマイクロストリップ線路107であるので、構造を小型化できる。

【0033】

【発明の効果】以上の通り、本発明の真空装置によれば、アノード電極の裏面に結合用コンデンサCを構成したので、信号線への結合を最至近距離で行ない得る。このため、高速信号をリングングや波形歪を伴うことなく出力できる効果がある。また、電子増倍部を設けると高感度化でき、絶縁体を介在させれば結合用コンデンサCを大容量化できる。更に、薄膜抵抗でバイアスをアノード電極に供給すればコンパクト化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係る真空装置の構造を示す図。

【図2】図1の真空装置を適用した超高速電子検出装置

7

8

の概念を示す構成図。

【図3】本発明の特徴を従来技術と対比して説明する要部構成図。

【図4】変形例の要部構成図。

【図5】変形例の要部構成図。

【図6】変形例の要部構成図。

【図7】第2実施例に係るマルチアノード型装置の構成を示す図。

【図8】光電子増倍管を構成した実施例を示す図。

【図9】第3実施例を示す断面構成図。

【図10】第4実施例に係るマイクロストリップ線路を用いた装置の構造を示す図。

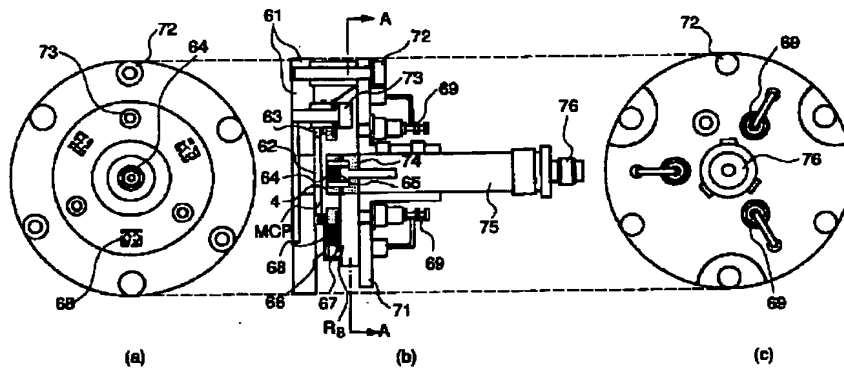
【図11】従来例の構成の説明図。

【符号の説明】

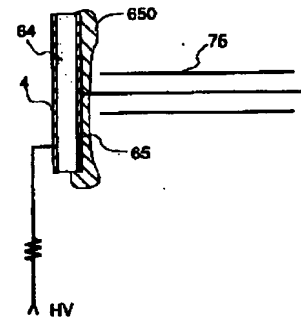
1…真空容器、2…光電面、3…ダイノード、4…アノ

ード電極、C…結合用コンデンサ、5…アンプ、61…フランジ、62…メッシュ電極、63…スペーサ、64…絶縁体、65…信号取出電極、C<sub>6</sub>…GND線用コンデンサ、R<sub>B</sub>…信号ブロック抵抗、69…+HV端子、74…スペーサ、75…同軸ケーブル、76…SMAコネクタ、77…貫通コネクタ、78…真空容器、81…AMP、83…TAC、84…電子源、85…バルブ、86…カソード端子板、87…受光面板、88…アノード端子板、91…光電面、92…シンチレータ、93…金属棒、94…内側金属パイプ、95…外側金属パイプ、99…ガラスバルブ、101…コネクタ、105…絶縁性円板105、106…接地導電膜、107…マイクロストリップ線路、108…貫通孔、109…ビーム源、110…試料。

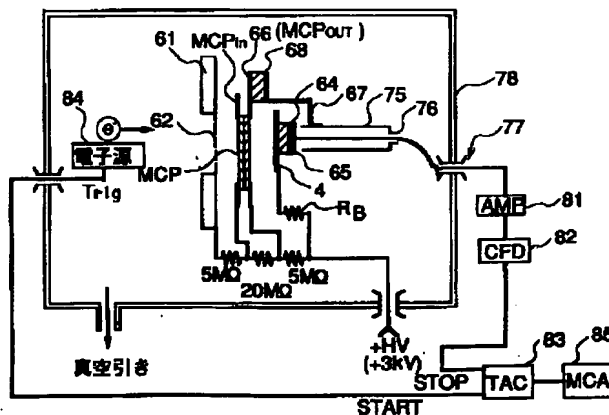
【図1】



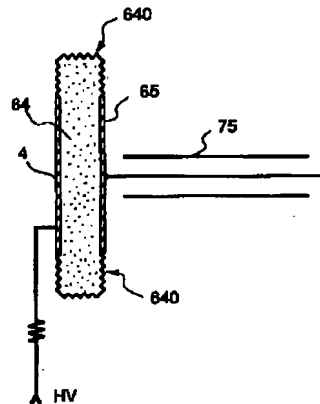
【図5】



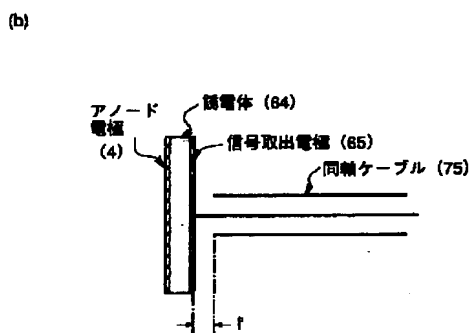
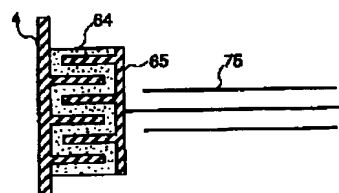
【図2】



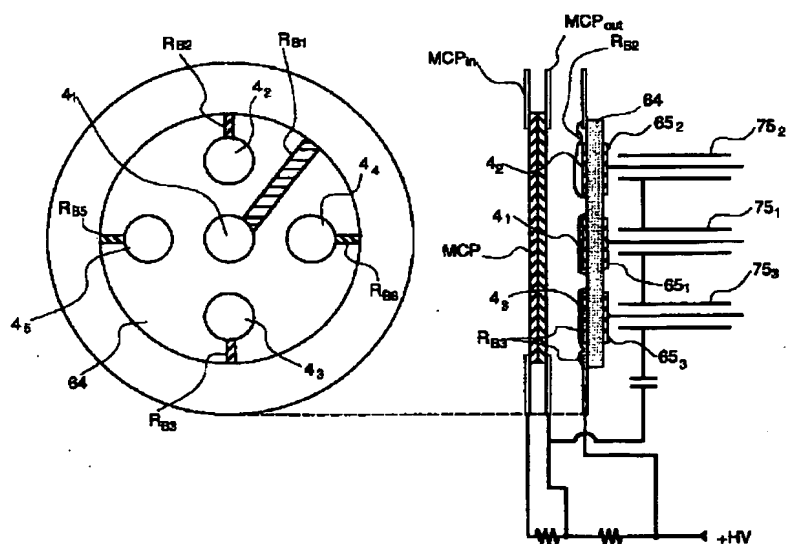
【図4】



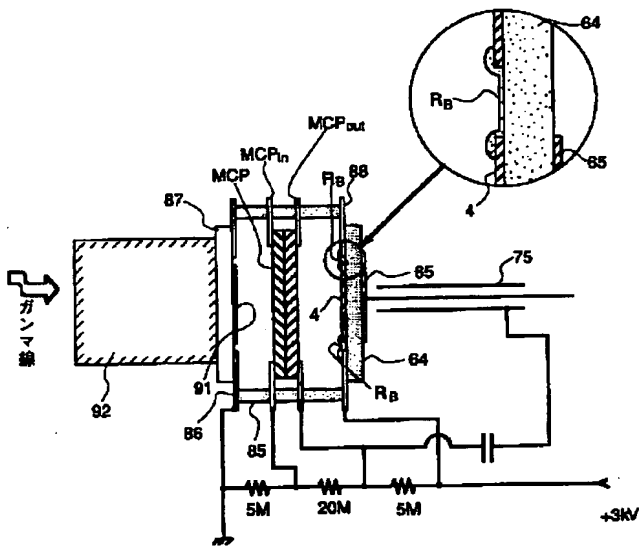
【图 6】



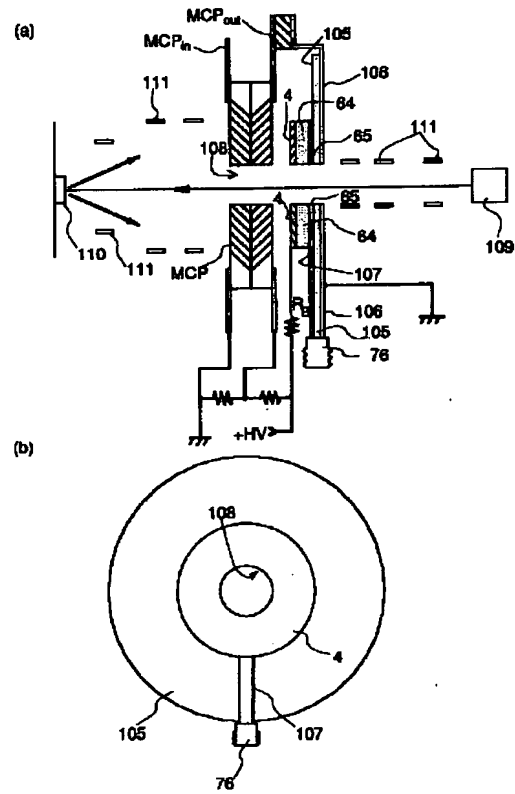
【図 7】



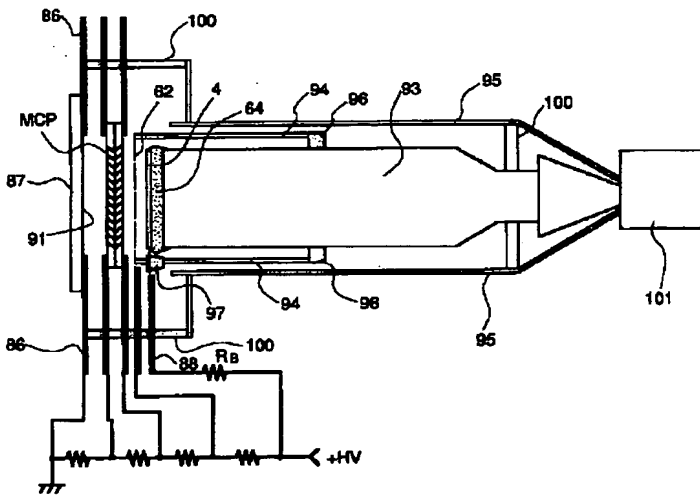
【図8】



【図10】



【図9】



【図11】

